



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101126698 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 200710106539. 5

栏, 图 2、5.

(22) 申请日 2007. 06. 01

W0 00/73996 A1, 2000. 12. 07, 说明书第 14

页第 30 行至第 15 页第 15 行.

(30) 优先权数据

20062520 2006. 06. 01 NO

审查员 孙昕

(73) 专利权人 ANA 技术公司

地址 挪威波什格伦

(72) 发明人 弗罗德·莱茵霍特 泰耶·约恩森

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 董莘

(51) Int. Cl.

G01N 15/00 (2006. 01)

G06T 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5960098 A, 1999. 09. 28, 说明书第 2-7
栏, 图 2、5.

US 5960098 A, 1999. 09. 28, 说明书第 2-7

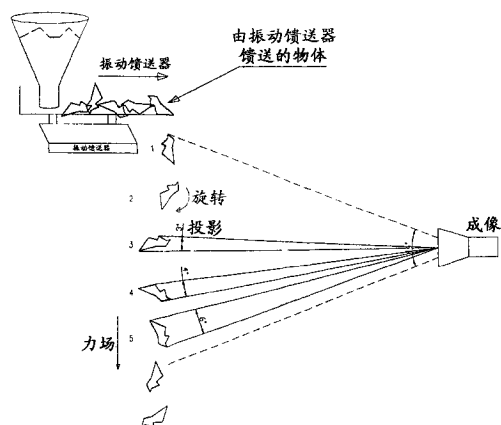
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

用于分析物体的方法和设备

(57) 摘要

本发明提供了一种用于分析至少一个物体的方法, 包括至少一个装置, 用于捕获所述至少一个物体的图像, 和用于产生在所述至少一个图像捕获装置和所述至少一个物体之间的相对相互运动的装置, 并且还包括用于处理和分析由所述图像捕获装置捕获的图像。所述相对相互运动包括在所述至少一个物体和所述图像捕获装置之间的相互旋转运动, 从而为在基于计算机的图像分析器中的进一步处理和分析建立了在相对于所述图像捕获装置的各种角度位置捕获的所述物体的两幅或更多幅图像。



1. 一种用于分析包含在流或产品样本中的多个物体的方法,其中能够计算和监控作为单个物体大小和形状的数据和作为多个物体大小分布的公共数据,所述方法包括至少一个图像捕获装置,用于捕获所述多个物体的图像,和其他装置,用于产生在所述图像捕获装置和所述多个物体之间的相对相互运动,

其特征在于,

所述相对相互运动包括在所述多个物体和所述图像捕获装置之间的相互旋转运动,其中所述图像捕获装置捕获在测量空间中移动并旋转的所述多个物体的图像,从而建立在不同时间点、不同空间点和不同角度位置捕获的所述多个物体的两幅或更多幅图像,用于基于计算机的图像分析器中的所述多个物体的进一步处理和分析。

2. 根据权利要求1的方法,其特征在于,使得每个单个物体在基本上垂直于所述图像捕获装置的视线轴的平面中移动,其中所述多个物体的第一图像 b_1 在时间 t_1 被捕获而下一图像 b_2 在时间 $t_2 = t_1 + \Delta \tau$ 被捕获。

3. 根据权利要求2的方法,其特征在于,基于所述第一图像 b_1 定义所述单个物体的中心点 $X(t_1)$,然后计算对于在图像 b_2 中所述单个物体的中心点 $X(t_2)$ 的位置的估计,并且进一步计算其中心在 $X(t_2)$ 中的容限区域,然后如果 b_2 中的一个物体具有在所述容限区域内的中心,则找到匹配。

4. 根据权利要求3的方法,其特征在于,如果所述一个物体的区域在特定大小容限内,则将所述一个物体接受作为在所述第一图像 b_1 中的所述单个物体的另一表示。

5. 根据权利要求4的方法,其特征在于,如果在所述容限内没有发现物体,则将依次给所述单个物体分配下一可用顺序物体编号,除非所述单个物体在 b_2 中的位置大于 $p_{x2}(0) + \frac{D_A}{2}$,则丢弃所述单个物体,其中, $p_{x2}(0)$ 表示前一位置为0的情况下估计的下一位置, D_A 表示基于区域的直径。

6. 一种用于分析包含在流或产品样本中的多个物体的设备,其中能够计算和监控作为单个物体大小和形状的数据和作为多个物体大小分布的公共数据,所述设备包括至少一个用于捕获所述多个物体的图像以便表示测量空间的图像捕获装置,和用于产生在所述至少一个图像捕获装置和所述多个物体之间的相对相互运动的装置,并且还包括用于处理和分析在所述图像捕获装置所表示的所述测量空间中捕获的图像,

其特征在于,

所述相对相互运动包括在所述多个物体和所述图像捕获装置之间的相互旋转运动,其中所述图像捕获装置捕获在所述测量空间中移动并旋转的所述多个物体的图像,从而建立在相对于所述图像捕获装置的各种角度位置 and 不同时间捕获的所述多个物体的投影区域的两幅或更多幅图像,用于基于计算机的图像分析器中的进一步处理和分析。

7. 根据权利要求6的设备,其特征在于,所述设备包括图像处理单元,用于相对于在前一图像中的相同物体,标识一个图像中的物体。

8. 根据权利要求7的设备,其特征在于,所述图像处理单元包括用于识别和验证所述多个物体的基于计算机的算法。

9. 根据权利要求7的设备,其特征在于,所述图像捕获装置是百万像素照相机。

10. 根据权利要求6-9中任一项的设备,其中,使得所述多个物体在重力场中下落,

其特征在于，
通过机械装置使要被分析的所述多个物体旋转。

用于分析物体的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于分析物体的方法和设备。更具体地,本发明涉及分析包含在流或产品样本中的物体,其中可以计算和监控作为单个物体大小和形状的数据以及作为大小分布的公共数据等。

背景技术

[0002] 一个配置可以是一连串物体的物体流的实施例是要基本上形成单层或帘幕 (curtain), 其中物体由图像处理单元捕获。

[0003] 从 EP0348469B1 中已知了一种自动微粒分析方法以及用于执行该方法的装置, 其中可以确定物体的大小分布和所述微粒相对于期望形状和期望色彩的偏差。所述微粒的样品流到筒仓之外并流到振动板上, 从而生成流动的单层物体帘幕。使得所述微粒落在所述平板边缘之上。照亮该帘幕并且在至少一个地方记录其画面。然后分析画面, 特别是对于流中的微粒大小分布和相对于期望形状的偏差。

[0004] 与这种分析技术相关的一个缺点在于: 成像设备仅以二维 (2-D) 记录微粒的形状和区域, 因此最适合于均匀物体或球体。然而, 当分析非均匀物体时, 通过使用这种现有设备, 微粒的第三维 (与成像平面正交的维) 将仍然在一定程度上不为所知。

发明内容

[0005] 使用本发明, 现在可以借助于一个图像记录单元以实质上的 3 维 (3-D) 成像和处理物体。这是通过物体的受控扩展和旋转以及控制和计算在单个物体通过测量空间 (measuring volume) 时由图像记录单元捕获的所述单个物体的图像的算法而实现的。

[0006] 这些和其它优点可以通过如所附权利要求中限定的发明来实现。

附图说明

[0007] 下面, 通过示例和附图来进一步描述本发明, 在附图中:

[0008] 图 1 公开了根据本发明的 3-D 成像设备的原理图;

[0009] 图 2 公开了在图 1 中公开的设备所捕获的下落物体的实际图像。

具体实施方式

[0010] 可以通过如图 1 所示的机构来执行 3-D 成像。

[0011] 这里, 将样品注入到一个漏斗 1 中。然后, 通过振动板 2 馈送样品并使其落下该板的边缘 3。旋转是由于重力作用和馈送器板上的部分支撑, 还由于振动馈送器的移动。在物体滑下馈送器板时, 旋转开始。

[0012] 随后, 样品中的物体下落到测量空间中并旋转, 在该测量空间中, 成像系统 4 捕获样品中的物体的多幅图像。典型地, 如左侧数字所示的那样, 多次捕获每一单个物体, 所述数字标识了下落中的多个物体之一被捕获的实例。

[0013] 在每一图像中可以有多多个不同形状和大小的物体。

[0014] 通过使用高速成像系统来捕获物体,所述高速成像系统具有高到足以在物体经过测量空间(或者由照相机覆盖的区域)时给出该物体的多幅图像(2幅或更多幅图像)的帧速率。

[0015] 通过将物体馈送入测量空间,可以产生物体的旋转。

[0016] 一种将物体引进测量空间的方法是使用振动馈送器,并且当物体跌落馈送器的末端时,由于物体的一部分得到了馈送器的支持而物体的另一部分受到了重力场的影响,所以重力引起了旋转。这将引起旋转。

[0017] 其他确保获得旋转的方法可以使用某种机械激励设备,其在物体离开馈送器时作用于所述物体。这可以是位于馈送器出口的振动“带”。

[0018] 其他馈送物体和产生旋转的方法可以使用传送带、气压调节、滑动系统、通过滚筒馈送等等。

[0019] 在连续图像中编号为1、2、3、4的物体是相同物体,参见图1。这给出了由于物体的旋转而导致的如图所示的不同投影区域。还参见图2,其中示出了实际捕获的图像,在连续图像中识别和标识相同物体。

[0020] 通过使用物理定律,在连续图像中识别每一单个物体。这是通过使用控制物体的运动的力场的特性以便估计下一位置和在连续图像中多次识别相同物体而实现的。

[0021] 如果物体具有已知的速度,例如,在传送带上或者在液体槽中等等,也可以识别该物体。

[0022] 其他进行识别的方式是使成像系统跟随线性运动或旋转运动的物体。

[0023] 为了在物体在重力场中下落时估计在图像区域中的下一位置和移动,可以使用在测量空间中观测物体时从馈送器开始该物体已经移动的距离来估计物体已经下落的时间。为此,使用从馈送器到图像的顶部的距离、图像高度、和图像之间的时间。通过使用全部所述信息,通过使用物体在当前图像中的位置,可以估计物体在下一图像中将具有的位置。该方法用于每一新图像和在每一单个图像中观测的全部物体,以便在物体移动通过测量空间时多次识别每一单个物体。

[0024] 下一位置的计算:

[0025] 在时间 t 内物体下落的距离由下列公式给出:

$$[0026] \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

[0027] 从振动馈送器到图像的顶部的距离 (h_t) 是已知的,图像的高度 (h_i) 和图像中像素的数量 (p_m) 也是已知的。

[0028] (对于密度低且直径小的物体,还应当使用考虑到物体的阻力系数的公式,以便校正距离/时间从而给出更好的估计)。

[0029] 如果在特定像素位置 (p_{x1}) 观测物体,则物体已经下落的距离 (p_1) 可以通过下式公式计算:

$$[0030] \quad p_1(p_{x1}) = h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}$$

[0031] 物体已经下落的时间为:

$$[0032] \quad t_1 = \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}}$$

[0033] 我们想要的是估计该物体在照相机在下列时间拍摄的下一图像中可能出现的位置：

$$[0034] \quad t_2 = t_1 + \Delta t$$

[0035] 其中， Δt 是两个图像之间的时间并且等于 $1/\text{FPS}$ ，其中 FPS 是每秒拍摄的图像数量。

[0036] 作为当前图像（在时间 t_2 ）中像素位置（ p_{x1} ）的函数的、物体在下一图像中最可能的位置（ p_2 ）可以表示为：

$$[0037] \quad p_2(p_{x1}) = \frac{1}{2} g \left(\frac{1}{fps} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2$$

[0038] 并且基于 p_2 可以计算最可能的像素位置（ p_{x2} ）：

$$[0039] \quad p_{x2} = \frac{p_2 - h_t}{h_i} (p_m - 1)$$

[0040] → 这给出了作为前一位置（ p_{x1} ）的函数的、估计下一位置（ p_{x2} ）的函数：

$$[0041] \quad p_{x2}(p_{x1}) = \frac{(p_m - 1) \left(\frac{1}{2} g \left(\frac{1}{fps} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2 - h_t \right)}{h_i}$$

[0042] 例如：

$$[0043] \quad h_t = 0.04$$

$$[0044] \quad h_i = 0.35$$

$$[0045] \quad g = 9.81$$

$$[0046] \quad p_m = 1024$$

$$[0047] \quad fps = 50$$

[0048] 物体的第一次观测， $p_{x1} = 39$

[0049] 通过应用函数 $p_{x2}(39)$ ，下一估计值为 105，然后通过使用 105 作为 p_{x1} ， $p_{x2}(105)$ 给出 182 作为下一估计值，等等。

[0050]	1	39
	2	105
	3	182
	4	271
	5	371
	6	483
	7	606
	8	741
	9	887
	10	1044

[0051] 由于在第 10 次估计时落到图像区域之外 ($1044 > 1024$), 上表示出了使用该设置 (图像 - 高度、FPS 等) 能够观测微粒 9 次。

[0052] 用于分析 3D 物体的算法

[0053] 照相机 / 帧抓拍器捕获物体的流动 / 下落单层帘幕的 2 维图像。对于每一捕获的图像, 图像中的所有物体被标识和测量。这是通过扫描图像直到发现物体来实现的。然后, 横跨物体的周线, 并执行对该单个物体的测量。然后, 搜索继续, 直到图像中的所有物体被标识和测量。这产生了包含相应图像中每一物体的一个记录的列表, 其详细描述了各个物体。

[0054] $P_{b,n} = \{A, D_A, L, X_{f-max}, \dots\}$

[0055] 其中, 索引 b 等于图像编号且索引 n 是物体编号。

[0056] $A, D_A, L, \dots$ 是区域, 基于区域的直径, 最大长度等等。

[0057] 定义: $\Delta \tau$ 图像之间的时间, 即, t_1 和 t_2 之间的时间

[0058] A 所测量的物体区域

[0059] D_A 基于区域的直径

[0060] X_{f-max} 搜寻直径

[0061] (b_2) 图像编号 b2

[0062] (b_1) 图像编号 b1, 前一图像

[0063] $X(t_1)$ 中心点, 在时间 t_1 观测的物体在图像 b_1 中的位置

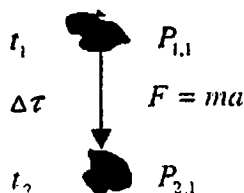
[0064] $X(t_2)$ 中心点, 在 $t_2 = \Delta \tau + t_1$ 内已经移动且在图像 b_2 中观测的物体的位置

[0065] L 物体的最大长度

[0066] 下一步骤是要标识在图像 (b_2) 中观测的物体, 其中在前一图像 (b_1) 中已观测到相同物体且给相同物体的两个实例相同的物体编号。

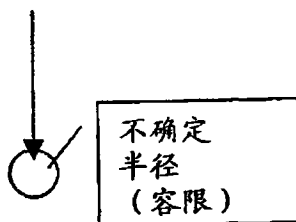
[0067] 这是通过应用控制物体在诸如重力场的守恒力场中的运动的物理定律而实现的。从而, 估计前一图像 (b_1) 中的物体在力场中移动了时间 $\Delta \tau$ 之后在图像 (b_2) 中将具有的位置。

[0068]



[0069] 随后将对于 (b_1) 中下落了 $\Delta\tau$ 秒的每一物体的位置估计与物体在 (b_2) 中的实际位置进行比较。如果该估计的中心点是在图像平面中的特定不确定半径之内,则为 (b_2) 中的实际位置找到了匹配。

[0070]



[0071] 如果为 (b_2) 中的物体找到了匹配,则如果物体的区域是在特定大小容限内,就接受该物体作为 (b_1) 中物体的另一表示。然后,给 (b_2) 中的物体分配与 (b_1) 中的物体相同的编号。

[0072] 如果存在多于一个匹配物体 (多于一个中心点在不确定半径内的匹配物体),则选择大小最接近 (b_1) 中的物体的一个,并给其 (b_1) 中的相应物体的编号。

[0073] 如果没有找到在 (不确定) 容限内的物体,则顺序给其分配下一可用顺序物体编号,除非 (b_2) 中的物体的位置大于 $\sqrt{p_{\alpha}(\theta) + \frac{p_0}{2}}$,则丢弃该物体。

[0074] 对于图像 (b_2) 中的所有物体重复该过程,直到全部物体已经被分配编号或丢弃。

[0075] 对于下一图像循环重复同一过程 (尽力找到前一图像中的相同物体),直到已经将全部样品馈送通过分析器,为典型样品拍摄 10000 幅图像。

[0076] 并且,典型地,在样品中可能有 1000 到 1000000 个物体且每一图像中有 10 到 1000 个物体。

[0077] 在分析了所有 / 部分样品之后,物体信息列表可用于其它处理。在表 1 中示出了所产生的结果的示例:

[0078]

图像 编号	部分 编号	A	Da	Xf- min	Xf- max	
1	1	1	1.13	0.49	1.43	
2	1	1.1	1.18	0.32	1.31	
3	1	1.2	1.24	0.28	1.85	
4	1	0.9	1.07	0.28	1.61	
1	2	2	1.60	0.42	3.15	
2	2	2.1	1.64	0.44	2.80	
3	2	3	1.95	1.78	2.33	
4	2	1.8	1.51	0.58	2.27	
2	3	5	2.52	0.63	2.95	
3	3	4	2.26	0.64	2.93	
4	3	3.3	2.05	1.10	4.05	
2	4	8	3.19	0.69	5.92	
3	4	6	2.76	0.57	4.26	
4	4	5	2.52	1.89	3.97	
5	4	5.5	2.65	1.09	4.97	

[0079] 表 1, 物体的实例的表示

[0080] 由于更多测量可用于每一物体, 通过处理表 1 中的信息, 可以找到比使用 2-D 成像和分析更好的对于每一物体的估计。

[0081] 示例: 对于物体编号 1, 可以估计 Xf-max 为 1.85, Xf-min 为 0.28, 可以通过取所有测量区域的平均值等来估计该区域。

[0082] 还可以使用所有关于物体的可用信息来估计区域 $\hat{A}$: $\hat{A} = f(A, D_A, X_{f-\min}, X_{f-\max}, \dots)$, 其中通过使用不同的优化技术来找到函数 f, 以便给出更好的估计。($\hat{A}$ 意指估计区域)。

[0083] 还可以找到象 L/T (长度 / 厚度) 比率的复合测量值, 在我们的示例中, 其将为 $L/T = 1.85/0.28 = 6.66$ 。

[0084] 这里, 我们使用了物体的 4 个单个测量值来找到: 物体编号 1 的最大长度和最小宽度。通过使用这些数字, 我们可以得到比使用其中仅使用物体的一个测量值的传统方法更好的对 L/T 比率的估计。

[0085] 同时, 现有方法依赖于使用物体的 4 个测量值中的哪个测量值, 将给出集合 [2.92, 4.12, 6.54, 5.77, ...] 中的结果之一。

[0086]

图像编号	部分编号	A	Da	Xf-min	Xf-max	L/T
1	1	1	1.13	0.49	1.43	2.92
2	1	1.1	1.18	0.32	1.31	4.09
3	1	1.2	1.24	0.28	1.85	6.61
4	1	0.9	1.07	0.28	1.61	5.75
平均						4.84
sdev						1.65

[0087] 表 2, 基于标准方法的 L/T 比率

[0088] 通过以此方式处理所有物体的全部实例,可以以比现有技术高的精度实现每一物体的单个表示。

[0089] 该单个物体表示可能如同(表3):

[0090]

部分 编号	A AVG	Da	Xf- min	Xf- max	L/T	
1	1.05	1.16	0.28	1.85	6.61	
2	2.23	1.68	0.42	3.15	7.50	
3	4.10	2.28	0.63	4.05	6.43	
4	6.13	2.79	0.57	5.92	10.39	

[0091] 表3,处理后的物体信息

[0092] 可以将该物体的表示(表3)应用作为用于表示和分析物体大小分布及其形状属性的常用系统中的输入。

[0093] 可以使用新方法给出比仅使用每个物体的一个图像(或者未被标识为相同物体的相同物体的多幅图像)的现有技术更好的对物体属性的估计。然后可以使用每一物体的多幅图像来估计每一单个物体的不同大小和形状属性,象最大长度、最小宽度、平均体积、和更复杂的大小和形状属性。

[0094] 本新发明在动态物体成像技术中将具有大的益处。

[0095] 更好估计的一个示例是最大长度的测量值。如果测量单个物体的每一实例的最大长度,则与实际最大物体长度相比,这些长度的最大值给出了比特定物体的随机实例的最大长度更好的估计。

[0096] 更复杂的属性可以是长度/厚度比率,其中长度由单个物体的最大长度来表征而厚度由相同物体的最小宽度来表征,但不必是该物体的同一实例。

[0097] 基于改进的对于每一单个物体的估计,可以为全部样品创建更精确的结果。

[0098] 应当理解的是,成像装置可以被配置来执行关于物体的旋转,而不是产生物体的旋转。该物体可以是静态的且被置于透明层等上,或者它们可以在重力场中或在传送器等上移动同时成像装置执行相对于所述物体的轨道移动或螺旋移动。

[0099] 上述示例涉及微粒,但是应当理解的是,本发明的原理可以应用于任何类型的物体。例如,当分类诸如土豆等,或者甚至鱼的食品时,可以应用本发明原理。

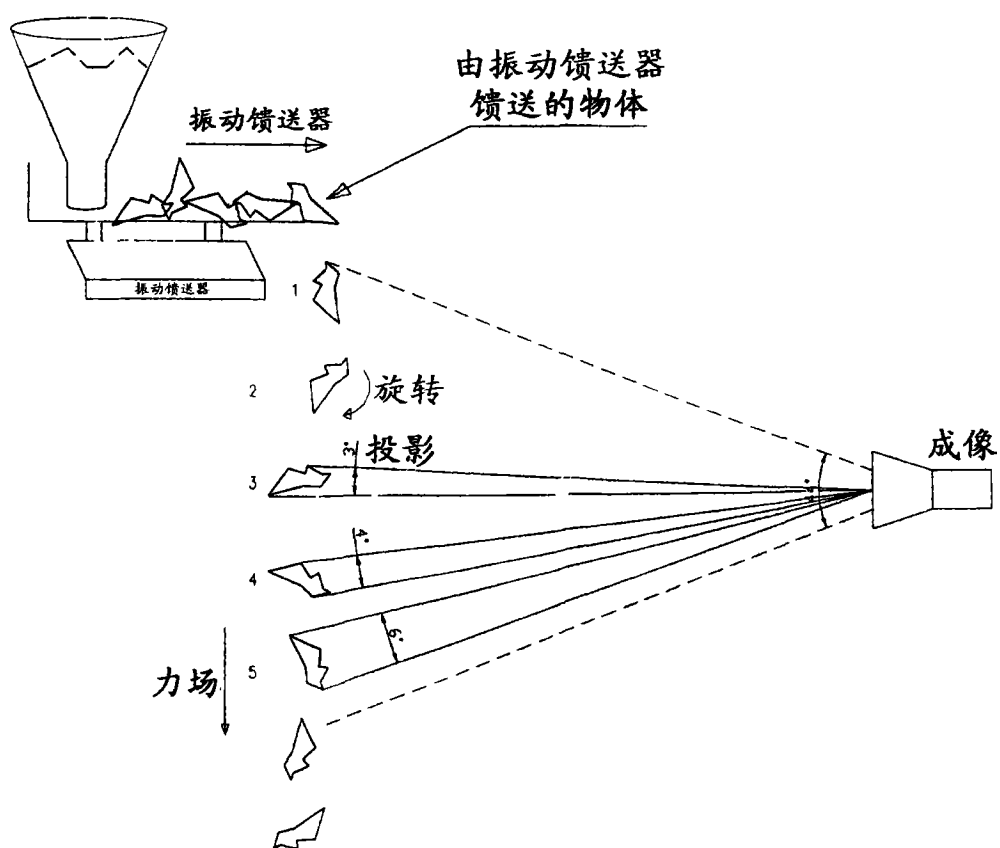


图 1

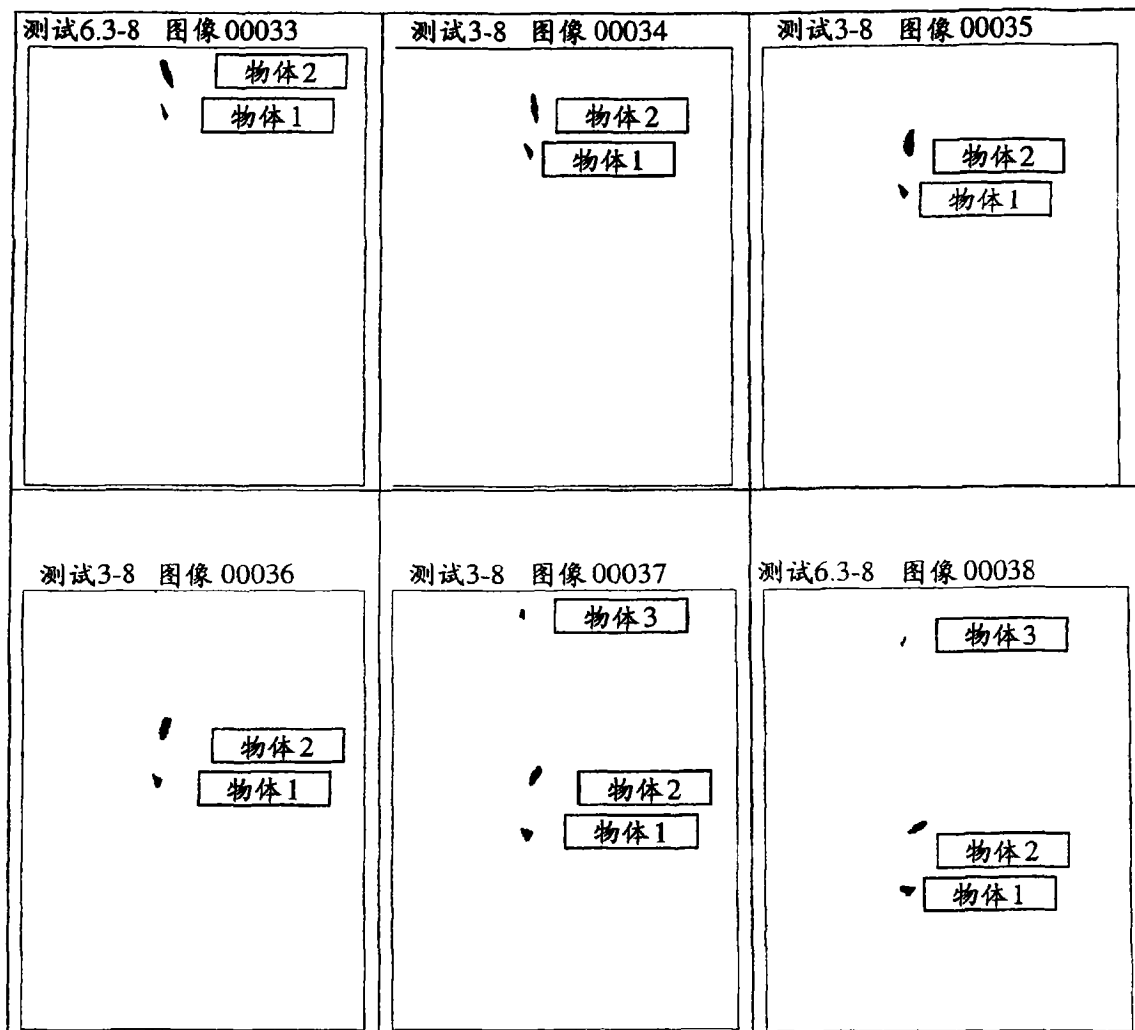


图 2